

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Belajar dan Hasil Belajar

2.1.1 Belajar

Belajar merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam pembentukan pribadi dan perilaku individu. Sukmadinata (2003) menyebutkan bahwa sebagian besar perkembangan individu berlangsung melalui kegiatan belajar. Menurut Witherington dalam Sukmadinata (2003) definisi belajar merupakan perubahan dalam kepribadian, yang dimanifestasikan sebagai pola-pola respons baru yang berbentuk keterampilan, sikap, kebiasaan, pengetahuan dan kecakapan.

Menurut Arifin, *et al.*, (2000) belajar adalah proses aktif siswa untuk mempelajari dan memahami konsep-konsep yang dikembangkan dalam kegiatan belajar mengajar, baik individual maupun kelompok, baik mandiri maupun dibimbing. Dengan demikian, pengertian belajar merupakan suatu proses yang dilakukan oleh individu untuk memperoleh perubahan tingkah laku dalam dirinya sendiri melalui kegiatan belajar mengajar yang ditempuhnya.

Mohammad Surya dalam Sukmadinata (2003) mengemukakan ciri-ciri dari perubahan perilaku, yaitu: perubahan yang disadari dan disengaja (intensional), berkesinambungan (kontinu), fungsional, bersifat positif, aktif, dan pemanen, bertujuan dan terarah serta perubahan perilaku yang berlangsung secara keseluruhan.

2.1.2 Hasil Belajar

Keberhasilan suatu pembelajaran dapat diindikasikan dengan adanya perubahan perilaku siswa yang berupa hasil belajar (*Learning Out-come*) meliputi keterampilan, sikap, kebiasaan, pengetahuan dan kecakapan. Modjiono dalam Mussad (2000) memberikan pengertian hasil belajar, yaitu:

- a. Penyelesaian/ pencapaian
- b. Sesuatu yang sudah dilakukan atau tingkat tertentu dari kepandaian pada pencapaian kerja akademis.
- c. Suatu tingkat pencapaian atau kecakapan pada kerja akademis yang dimulai oleh guru dengan standar atau kombinasi dari keduanya.

Menurut taksonomi Benyamin S. Bloom (Arifin, *et al.*, 2000) perubahan tingkah laku (kemampuan) sebagai hasil belajar yang diharapkan dapat terjadi pada diri siswa setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran dapat diklasifikasikan menjadi tiga domain (kawasan/ranah) yaitu:

- a. Domain kognitif (pengetahuan)
- b. Domain psikomotorik (keterampilan fisik/otot atau motorik)
- c. Domain afektif (sikap/nilai)

Hasil belajar yang dimaksudkan dalam penelitian ini berada pada domain kognitif. Domain kognitif merupakan sekelompok perubahan tingkah laku (kemampuan) yang dipengaruhi oleh kemampuan berpikir/kemampuan intelektual (Arifin, *et al.*, 2000). Menurut Benyamin S. Bloom (Arifin, *et al.*, 2000), domain kognitif dijabarkan lagi menjadi beberapa jenjang kemampuan yaitu: jenjang

kemampuan pengetahuan (C1), pemahaman (C2), penerapan/aplikasi (C3), analisis (C4), sintesis (C5), dan evaluasi (C6).

Pengukuran hasil belajar pada penelitian ini hanya melibatkan tiga jenjang kemampuan dalam mengungkap hasil belajar level makroskopik, mikroskopik dan simbolik siswa pada materi pokok sifat koligatif larutan, yaitu jenjang kemampuan pengetahuan, pemahaman dan penerapan/aplikasi.

Jenjang kemampuan pengetahuan didefinisikan sebagai kemampuan untuk menghafal, mengingat, atau mengulang informasi yang pernah diberikan (Jaali, 2007). Kemampuan ini sangat cocok dimiliki untuk mengetahui fenomena-fenomena, peristiwa atau proses yang dapat diamati secara langsung atau dikenal sebagai pengetahuan level makroskopik.

Jenjang kemampuan pemahaman didefinisikan sebagai kemampuan untuk menyerap arti dan materi yang dipelajarinya. Pada tingkat pemahaman ini, individu tidak terbatas pada kemampuan mengingat atau memproduksi kembali informasi yang pernah didapat, melainkan melibatkan beberapa kemampuan yang tingkatannya lebih tinggi dari itu. Pemahaman memerlukan kemampuan untuk mengerti benar lebih dalam untuk selanjutnya ditafsirkan, dijelaskan, didefinisikan kembali dengan menggunakan kata-kata sendiri sebagai hasil dari proses berpikir.

Terdapat tiga indikator kemampuan individu dalam memahami suatu materi yaitu:

- a. Kemampuan menerjemahkan materi dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya.

- b. Kemampuan menginterpretasikan materi dalam arti menjelaskan atau meringkas materi yang dipelajarinya.
- c. Kemampuan meramalkan arah/kecenderungan massa yang akan datang (meramalkan akibat sesuatu).

Kemampuan pemahama diperlukan untuk memahami penjelasan-penjelasan fenomena-fenomena atau peristiwa yang bersifat abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung, atau dikenal sebagai pemahaman level mikroskopik. Pemahaman konsep kimia dapat diartikan sebagai kemampuan siswa untuk menyerap arti dari materi kimia yang dipelajarinya sebagai hasil dari proses berpikir mereka selama belajar kimia, khususnya pada materi pokok sifat koligatif larutan.

Jenjang kemampuan penerapan/aplikasi didefinisikan sebagai kemampuan untuk menggunakan materi yang telah dipelajari dalam situasi konkrit yang baru. Kemampuan dalam penerapan ini memerlukan tingkat pengertian yang lebih tinggi daripada jenjang pemahaman. Kemampuan penerapan ini diperlukan siswa untuk menerapkan konsep-konsep kimia yang diperoleh secara teori ke dalam bentuk rumus-rumus dan perhitungannya atau biasa dikenal sebagai level simbolik.

2.2 Belajar Konsep

Belajar konsep merupakan hasil utama pendidikan (Dahar, 2005). Pengertian konsep menurut Rosser (Dahar, 2005) merupakan suatu abstraksi yang mewakili satu kelas objek-objek, kejadian-kejadian, kegiatan-kegiatan atau hubungan-hubungan, yang mempunyai atribut-atribut yang sama. Gagne (Dahar,

2005) membagi konsep dalam dua kategori yaitu konsep konkret dan konsep terdefinisi. Konsep konkret dapat diperoleh melalui observasi atau pengamatan. Sedangkan konsep terdefinisi adalah gagasan yang diturunkan dari objek-objek atau peristiwa-peristiwa abstrak.

Konsep konkret dalam mata pelajaran kimia, meliputi gejala-gejala kimia yang dapat langsung teramati baik melalui percobaan maupun kejadian-kejadian yang terjadi di kehidupan sehari-hari dan dapat disebut juga sebagai konsep level makroskopik. Sedangkan konsep terdefinisi meliputi penjelasan-penjelasan gejala-gejala kimia tersebut dilihat dari perilaku dan sifat-sifat atom atau susunan partikelnya dan dapat disebut juga konsep level mikroskopik.

Konsep-konsep dalam mata pelajaran kimia lebih banyak konsep-konsep abstrak, sehingga perlu adanya kemampuan pemahaman konsep abstrak yaitu pemahaman level mikroskopik untuk mempelajarinya. Seperti yang diungkapkan oleh Sastrawijaya (1988) bahwa kimia penuh dengan konsep-konsep yang dapat diaplikasikan dalam ranah mikroskopik.

Pada proses belajar, siswa secara aktif mempelajari dan memahami konsep-konsep yang dikembangkan dalam kegiatan belajar mengajar baik individual maupun kelompok secara mandiri ataupun dibimbing. Konsep-konsep tersebut merupakan batu-batu pembangun (*building blocks*) berpikir dan sebagai dasar bagi proses-proses mental yang lebih tinggi untuk merumuskan prinsip-prinsip dan generalisasi-generalisasi.

Menurut Susiwi (2007) konsep juga dapat diartikan sebagai ide (abstrak) yang dapat digunakan atau memungkinkan seseorang untuk mengelompokkan

atau menggolongkan suatu objek. Sehingga bila seseorang dapat menghadapi benda atau peristiwa sebagai suatu kelompok, golongan, kelas, atau kategori, maka ia telah belajar konsep (Nasution, 2005).

2.3 Konsepsi dan Miskonsepsi

Setiap orang memiliki tafsiran berbeda terhadap suatu konsep. Tafsiran terhadap suatu konsep ilmu tersebut dapat dikatakan sebagai suatu konsepsi. Menurut Dykstra dalam Saptono (1997) konsepsi adalah suatu kemampuan seseorang dalam memahami konsep baik diperoleh melalui interaksi dengan lingkungan maupun konsep yang diperoleh dari pendidikan formal.

Setiap orang dapat memperoleh konsep melalui proses pembentukan konsep dan asimilasi konsep untuk kemudian ditafsirkan sesuai kemampuannya masing-masing sehingga terbentuklah suatu konsepsi. Kemampuan setiap orang dalam menafsirkan konsep ilmu yang diperolehnya berbeda-beda, sehingga akan terbentuk konsepsi-konsepsi yang berbeda pula.

Apabila tafsiran mengenai konsep tersebut tidak bertentangan dengan tafsiran para ilmuwan atau para ahli sebelumnya maka konsepsi tersebut tidak dinyatakan salah konsep atau miskonsepsi. Namun apabila terdapat kesalahan dalam memahami sebuah konsep sehingga konsep tersebut tidak sesuai atau bertentangan dengan pengertian ilmiah atau pendapat para ahli di bidangnya maka timbullah suatu miskonsepsi. Miskonsepsi menurut pernyataan Berg dalam Haffan (2001) adalah suatu kesalahan dalam memahami sebuah konsep yang

menunjuk pada konsep yang tidak sesuai dengan pengertian ilmiah atau pengertian yang diterima para pakar pada bidang itu.

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar

Usaha dan keberhasilan belajar dipengaruhi oleh banyak faktor, baik yang bersumber dari diri siswa maupun dari luar dirinya atau lingkungan belajarnya. Keberhasilan suatu proses pembelajaran pada diri siswa akan membentuk suatu konsepsi yang utuh. Sedangkan apabila konsepsi yang dibentuk sebagai hasil belajarnya tersebut bertentangan atau tidak sesuai dengan konsep para ahli di bidangnya maka akan menimbulkan suatu miskonsepsi.

Berikut ini terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan konsep siswa sebagai hasil belajarnya yaitu:

2.4.1 Faktor-Faktor dalam Diri Siswa

Pembentukan konsep siswa dapat dipengaruhi oleh faktor yang berasal dari diri siswa itu sendiri. Hal ini sesuai dengan teori konstruktivisme, bahwa suatu pengetahuan itu dibentuk oleh siswa sendiri. Adapun faktor-faktor dalam diri siswa dapat dikelompokkan dalam beberapa hal, yaitu: konsep awal siswa, pemikiran asosiatif siswa, kelengkapan dan kebenaran penalaran (*reasoning*), tahap perkembangan kognitif siswa dan minat belajar.

Konsep awal siswa diperoleh sebelum siswa mengikuti pembelajaran formal di sekolah seperti dari orang tua, teman, sekolah sebelumnya dan pengalamannya sendiri di lingkungan sebelumnya. Hal ini sejalan dengan paham konstruktivisme bahwa suatu hasil belajar dapat diperoleh dengan jalan mengkaitkan informasi

baru kepada pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya (*prior knowledge*) secara individual.

Pemikiran asosiatif siswa juga sangat mempengaruhi pembentukan konsepsi-konsepsi yang benar dan salah. Adanya perbedaan pengertian suatu kata atau istilah yang sama antara guru dan siswa dapat mempengaruhi pembentukan konsepsi yang salah.

Kelengkapan dan kebenaran informasi atau pengetahuan baru dapat mempermudah membentuk suatu penalaran siswa yang utuh. Hal ini sangat mendukung ketika siswa menarik suatu kesimpulan. Selain itu, tahap perkembangan kognitif siswa juga sangat mempengaruhi pembentukan konsep sebagai suatu hasil belajar. Hasil belajar pun sangat didukung juga oleh ketertarikan siswa terhadap suatu materi akan mendorong siswa untuk lebih fokus pada proses belajar, sehingga akan mempermudah dalam pembentukan konsep yang benar.

2.4.2 Faktor-Faktor dari Luar Siswa

Pembentukan konsep siswa juga dapat dipengaruhi oleh faktor yang berasal dari luar siswa yaitu berasal dari lingkungan belajar. Lingkungan belajar tersebut dapat berupa lingkungan fisik, lingkungan sosial dan lingkungan akademis.

Lingkungan fisik menyangkut lingkungan fisik sekolah seperti lingkungan kampus, sarana dan prasarana, sumber-sumber belajar dan media belajar. Dalam proses pembelajaran di kelas tentunya harus didukung oleh adanya sarana dan prasarana seperti penyediaan ruang kelas, laboratorium, dan perpustakaan. Sumber-sumber belajar bisa didapat dari panduan buku teks dan LKS (Lembar

Kerja Siswa). Buku teks tersebut berfungsi sebagai penunjang kegiatan belajar-mengajar dalam mata pelajaran tertentu. Adanya buku teks akan sangat membantu pembentukan konsep pada diri siswa. Namun apabila terdapat kekeliruan konsep pada buku teks sendiri, maka secara otomatis akan menimbulkan pembentukan konsepsi yang salah pada diri siswa.

Lingkungan sosial menyangkut hubungan siswa dengan teman-temannya, guru-gurunya serta staf sekolah lainnya. Benar dan salahnya pembentukan konsep pada diri siswa akan dipengaruhi oleh penguasaan konsep yang dimiliki guru. Jika pada guru itu sendiri sudah terjadi miskonsepsi, maka miskonsepsi ini akan diteruskan kepada siswa yang selalu menganggap apa-apa yang diberikan oleh guru selalu benar. Adapun hal-hal yang mempengaruhi pembentukan konsep yang dimiliki oleh guru diantaranya yaitu pendidikan dan pelatihan guru dan juga buku referensi.

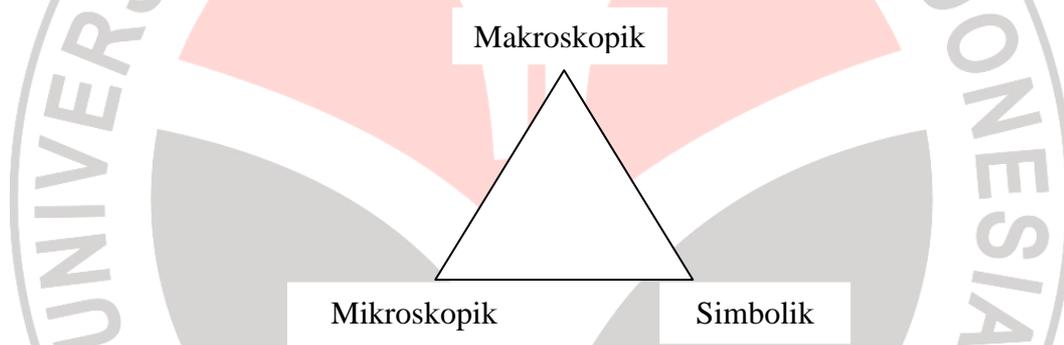
Lingkungan akademis yaitu suasana dan pelaksanaan kegiatan belajar-mengajar, serta berbagai kegiatan kulikuler. Lingkungan akademis ini juga menyangkut metode mengajar yang digunakan oleh guru pada saat proses pembelajaran berlangsung. Adanya metode mengajar yang sesuai dengan karakteristik materi sangat mendukung terbentuknya konsepsi yang benar.

2.5 Level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik dalam Kimia

Ilmu kimia termasuk dalam kelompok mata pelajaran sains berisi kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip serta

berisi suatu proses penemuan. Karakteristik materinya yang abstrak menyebabkan kimia termasuk ilmu yang sulit dipahami siswa.

Johnstone dalam Dori, *et al.* (2002) menguraikan tiga level dalam memahami konsep kimia, diantaranya yaitu level makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Menurut Johnstone dalam Gabel (1999) sebenarnya ketiga level pemahaman itu tidak hanya khas untuk kimia saja melainkan juga berlaku pada mata pelajaran biologi dan fisika. Hanya saja kimia lebih sering menggunakan lambang matematik, rumus, dan persamaan untuk memperlihatkan hubungan level makroskopik dan mikroskopik.



Gambar 2.1. Tiga tingkatan pemahaman (Johnstone dalam Gabel, 1999).

Level makroskopik adalah level sensor dimana subjek materi dapat dilihat, dipegang, atau dicium dan juga meliputi beberapa perubahan warna atau massa (Dori, *et al.*, 2002). Level mikroskopik mempresentasikan tentang susunan dan pergerakan partikel-partikel zat dalam suatu fenomena yang tidak langsung teramati dan berfungsi untuk menjelaskan konsep makroskopik, sedangkan level simbolik merupakan terjemahan dari pengalaman dan kegiatan eksperimen atau level mikroskopik ke dalam simbol-simbol, persamaan reaksi dan rumus-rumus (Raviolo, 2001). Suatu pemahaman kimia yang utuh diperoleh jika pemahaman

pada ketiga level tadi dapat terpenuhi. Hal ini tentunya tidak terlepas dari pembelajaran yang dilakukannya harus dapat mewakili ketiga pemahaman tadi.

Pemahaman pada level makroskopik dapat diperoleh melalui percobaan baik dengan cara eksperimen maupun demonstrasi. Dengan adanya eksperimen ini siswa dapat secara langsung mengamati suatu peristiwa maupun suatu proses yang dapat dilihat, dipegang, atau dicium.

Pemahaman level mikroskopik dapat menunjang siswa untuk mempelajari konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak seperti susunan dan pergerakan partikel-partikel zat dalam suatu fenomena yang tidak langsung teramati. Menurut Piaget, berdasarkan usia pada umumnya siswa Sekolah Menengah Atas masih dalam tahap *operational concrete*, sehingga akan sulit untuk menangkap suatu materi yang bersifat abstrak. Untuk itu, agar konsep abstrak tersebut dapat dikonstruksi oleh siswa, maka perlu disajikan dalam bentuk yang lebih konkret.

Menurut Sastrawijaya (1988) dalam ilmu kimia, objek abstrak dalam level mikroskopik harus diganti dengan model, misalkan model atom atau model molekul. Walaupun dengan model tersebut masih belum mewakili keabstrakan suatu materi, namun dengan adanya model, diharapkan akan membantu siswa dalam memahami konsep kimia secara utuh. Setiap pemodelan yang digunakan disesuaikan dengan fenomena yang akan dijelaskan dan tidak selalu dapat diterapkan dalam menjelaskan berbagai fenomena.

Pembelajaran yang menggunakan media belajar berupa pemodelan yang sesuai dengan fenomena yang akan dijelaskan tersebut sangat mendukung terhadap tercapainya pemahaman level mikroskopik siswa. Sehingga kemampuan

guru untuk membuat dan menjelaskan pemodelan dalam menjelaskan suatu konsep sangat penting. Adanya penggunaan pemodelan yang kurang sesuai akan menyebabkan miskonsepsi yang akan mempengaruhi pemahaman siswa untuk mempelajari konsep-konsep selanjutnya.

Pemahaman level simbolik akan lebih mudah jika siswa telah menguasai pemahaman level makroskopik dan mikroskopik. Hal ini disebabkan karena level simbolik merupakan terjemahan dari pengalaman atau peristiwa yang teramati pada eksperimen dan presentasi level mikroskopiknya ke dalam suatu simbol-simbol, rumus-rumus dan perhitungan. Biasanya siswa akan merasa kesulitan jika pemahaman level simbolik ini tidak ditunjang oleh kedua level tadi. Seperti pendapat Wu, *et al.* (1997) bahwa banyak siswa yang mengalami kesulitan mempelajari level pemahaman simbolik dan molekuler dalam kimia. Oleh karena itu, suatu pembelajaran yang dapat mewakili ketiga level pemahaman tadi sangat penting untuk diterapkan. Hal ini dilakukan untuk membentuk konsepsi siswa yang utuh terhadap konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak.

2.6 Analisis Level Makroskopik, Mikroskopik, dan Simbolik pada Materi Pokok Sifat Koligatif Larutan

Pada daerah dengan tekanan udara 1 atm, air murni membeku pada suhu 0°C . Apabila ke dalam pelarut air tersebut ditambahkan NaCl sehingga membentuk larutan garam 15%, pada tekanan udara yang sama, larutan garam tersebut membeku pada suhu -10°C . Pada fenomena tersebut terjadi penurunan titik beku larutan.

Fenomena penurunan titik beku larutan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, terutama di negara yang mengalami empat musim. Di negara yang mengalami musim dingin akan mudah terbentuk salju. Salju merupakan masalah yang serius karena dapat mengganggu transportasi, sebab salju yang menutup jalan akan mengakibatkan jalan sangat licin dan dapat menyebabkan kendaraan tergelincir. Untuk mencairkan salju di jalanan, maka dilakukan penaburan CaCl_2 . Penambahan CaCl_2 akan menyebabkan titik beku (titik lebur) air akan turun dibawah 0°C .

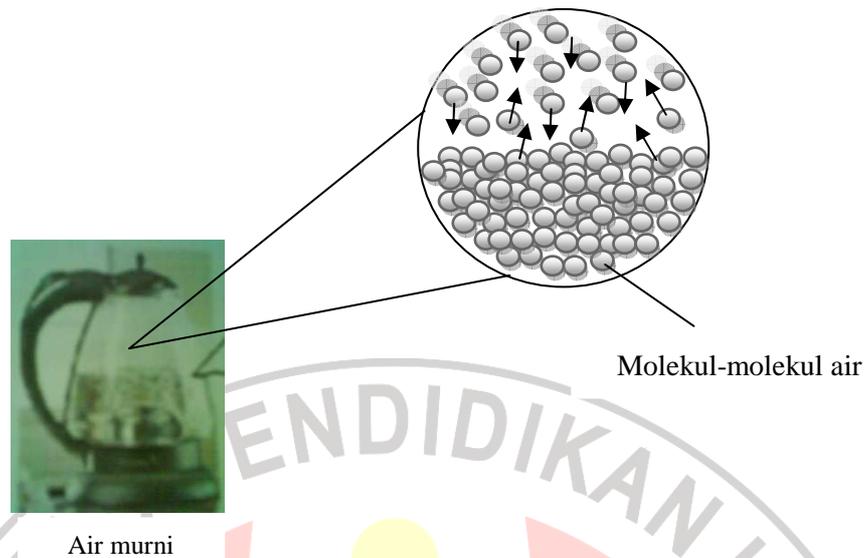
Fenomena tersebut disebabkan karena adanya pengaruh sifat koligatif. Sifat koligatif larutan ini meliputi penurunan tekanan uap (ΔP), kenaikan titik didih (ΔT_b), penurunan titik beku (ΔT_f) dan tekanan osmotik (π). Kata koligatif berasal dari kata latin *colligare* yang berarti berkumpul bersama, karena sifat ini bergantung pada pengaruh kebersamaan (kolektif) semua partikel. Jadi, sifat koligatif larutan hanya dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut di dalam larutan, dan tidak bergantung pada jenis atau sifat partikel zat terlarut. Sifat koligatif juga terjadi pada larutan yang mengandung zat terlarut sukar menguap (*nonvolati*) saja, kecuali pada penurunan titik beku larutan juga berlaku untuk zat terlarut mudah menguap (*volatil*), asal saja padatan yang terpisah saat larutan membeku adalah padatan pelarut murni. Contohnya yaitu etanol yang sering digunakan sebagai zat anti beku dan akan mengalami penurunan titik beku larutan.

2.6.1 Sifat koligatif Larutan Nonelektrolit

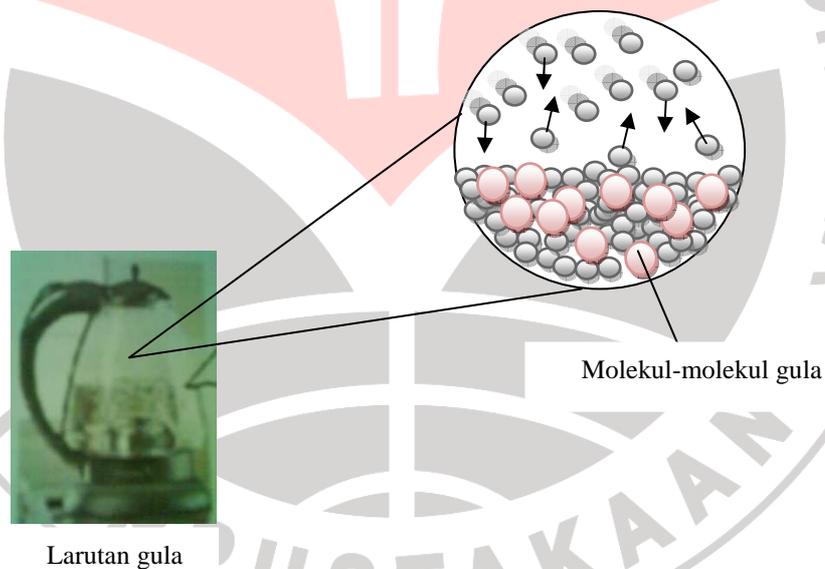
2.6.1.1 Penurunan Tekanan Uap

Peristiwa menguap merupakan peristiwa lepasnya partikel-partikel zat cair dari permukaan cairannya dan membentuk fasa gas atau uap. Uap yang terbentuk memberikan tekanan (gaya yang bekerja per satuan luas permukaan). Pada saat penguapan, sejumlah partikel-partikel dalam cairan memiliki energi kinetik yang cukup untuk meninggalkan permukaan. Partikel-partikel bergerak dari cairan ke ruang kosong. Partikel-partikel dalam ruang di atas cairan segera membentuk fasa uap. Saat konsentrasi partikel-partikel dalam fasa uap meningkat, beberapa partikel kembali ke fasa cair, yang disebut pengembunan. Keadaan kesetimbangan dinamis tercapai ketika jumlah partikel pelarut yang meninggalkan cairan dengan jumlah partikel pelarut yang kembali ke cairan menjadi sama. Saat inilah timbul tekanan uap jenuh.

Jika ke dalam pelarut tersebut dimasukkan zat terlarut yang sukar menguap hingga terbentuk larutan, maka tekanan yang ditimbulkan oleh uap jenuh pelarut dari larutan disebut tekanan uap jenuh larutan (P). Adanya zat terlarut yang sukar menguap (*nonvolatil*) menyebabkan jumlah fraksi partikel pelarut di permukaan berkurang, sehingga menghambat pelarut untuk menguap dan menyebabkan jumlah partikel uap pelarut yang terbentuk berkurang. Untuk menjaga kesetimbangan, maka hanya sedikit pula partikel uap yang kembali memasuki cairan. Hal ini menyebabkan tekanan uap larutan lebih kecil dibandingkan dengan tekanan uap pelarut murninya, artinya terjadi penurunan tekanan uap.



Gambar 2.2. Model Mikroskopik Proses Penguapan Air Murni



Gambar 2.3. Model Mikroskopik Proses Penguapan Larutan Gula

Pada Gambar 2.2 di atas, ditunjukkan model keadaan mikroskopik proses penguapan air murni pada wadah tertutup, sedangkan pada Gambar 2.3 ditunjukkan model keadaan mikroskopik proses penguapan larutan gula. Dari

kedua gambar tersebut diperlihatkan bahwa partikel-partikel uap pelarut yang dihasilkan pada larutan gula lebih sedikit dibandingkan pada pelarut murni, sehingga tekanan uap yang dihasilkannya lebih rendah dibandingkan pada pelarut murninya.

Berdasarkan percobaan yang dilakukan Raoult, dapat disimpulkan bahwa tekanan uap jenuh larutan sama dengan fraksi mol pelarut dikalikan dengan tekanan uap jenuh pelarut murni. Hukum Raoult hanya berlaku untuk larutan ideal, yaitu suatu larutan yang antaraksi antara terlarut-terlarut, pelarut-pelarut dan pelarut-terlarut sama. Sehingga hukum Raoult ini berlaku untuk larutan yang encer. Hukum Raoult diungkapkan dalam persamaan:

$$P = P^* \cdot X_p \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

$$\Delta P = P^* - P$$

$$\Delta P = P^* - (P^* \times X_p)$$

$$\Delta P = P^* - (P^* \times (1 - X_t))$$

$$\Delta P = P^* - (P^* + (P^* \times X_t))$$

$$\Delta P = X_t \times P^* \quad (\text{Persamaan 2.2})$$

Keterangan :

P = tekanan uap larutan

P^* = tekanan uap pelarut murni

X_p = fraksi mol pelarut

ΔP = penurunan tekanan uap

X_t = fraksi mol zat terlarut

Fraksi mol adalah perbandingan banyaknya mol suatu zat yang ada dalam campuran tersebut. Fraksi mol tidak memiliki satuan dan dinotasikan dengan X .

Untuk menentukan fraksi mol zat terlarut dan pelarut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$X_t = \frac{n_t}{n_t + n_p} \text{ atau } X_p = \frac{n_p}{n_p + n_t}$$

Keterangan: X_t = fraksi mol zat terlarut

n_t = jumlah mol zat terlarut

n_p = jumlah mol pelarut

X_p = fraksi mol zat pelarut

Contoh fraksi mol zat terlarut dan pelarut digambarkan pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Larutan Glukosa dengan Fraksi mol Glukosa 0,1

Di bawah ini, terdapat beberapa contoh harga penurunan tekanan uap jenuh (ΔP) berbagai jenis larutan nonelektrolit dalam air pada 20°C.

Tabel 2.1 Penurunan Tekanan Uap Jenuh (ΔP) Berbagai Jenis Larutan Nonelektrolit dalam Air pada 20°C

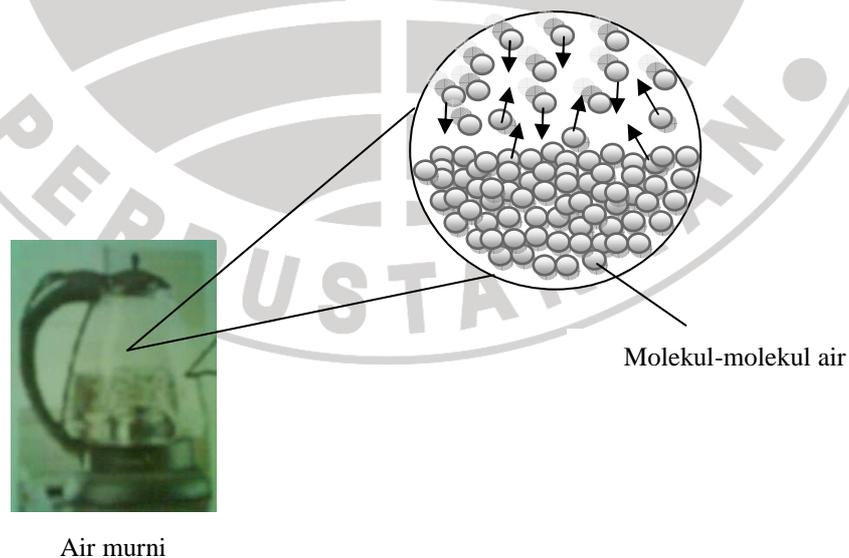
Zat terlarut	Fraksi mol zat terlarut	Tekanan uap jenuh larutan	Penurunan tekanan uap jenuh
Air murni	-	17,54 mmHg	-
Glikol	0,01	17,36 mmHg	0,18 mmHg
Glikol	0,02	17,18 mmHg	0,36 mmHg
Urea	0,01	17,36 mmHg	0,18 mmHg
urea	0,02	17,18 mmHg	0,36 mmHg

(Purba, 2000)

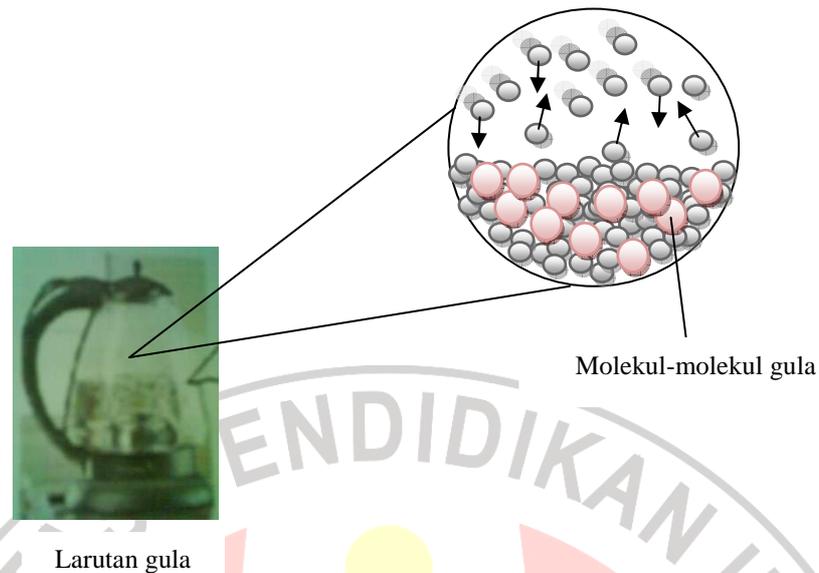
2.6.1.2 Kenaikan Titik didih

Tekanan uap suatu zat cair akan meningkat bila suhu dinaikkan sampai zat itu mendidih. Suatu zat cair dikatakan mendidih bila tekanan uapnya sama dengan tekanan udara di atas cairan (tekanan udara luar).

Jika ke dalam cairan yang mendidih ditambahkan zat yang sukar menguap maka tekanan uap larutan yang terbentuk akan lebih rendah dari tekanan uap pelarut murninya. Bila ditinjau secara mikroskopik dapat dikatakan bahwa adanya partikel zat terlarut akan mengurangi fraksi mol partikel pelarut yang akan menguap sehingga jumlah partikel pelarut yang meninggalkan cairan dengan yang kembali ke cairan berkurang pada saat titik didih pelarut. Akibatnya, agar larutan itu mendidih diperlukan tambahan suhu untuk menyamakan tekanan uap larutan dengan tekanan udara luar. Dengan demikian, larutan akan mendidih pada suhu lebih tinggi dari suhu didih pelarut murni. Gejala ini yang disebut sebagai kenaikan titik didih.



Gambar 2.5. Model Mikroskopik Titik Didih Air Murni

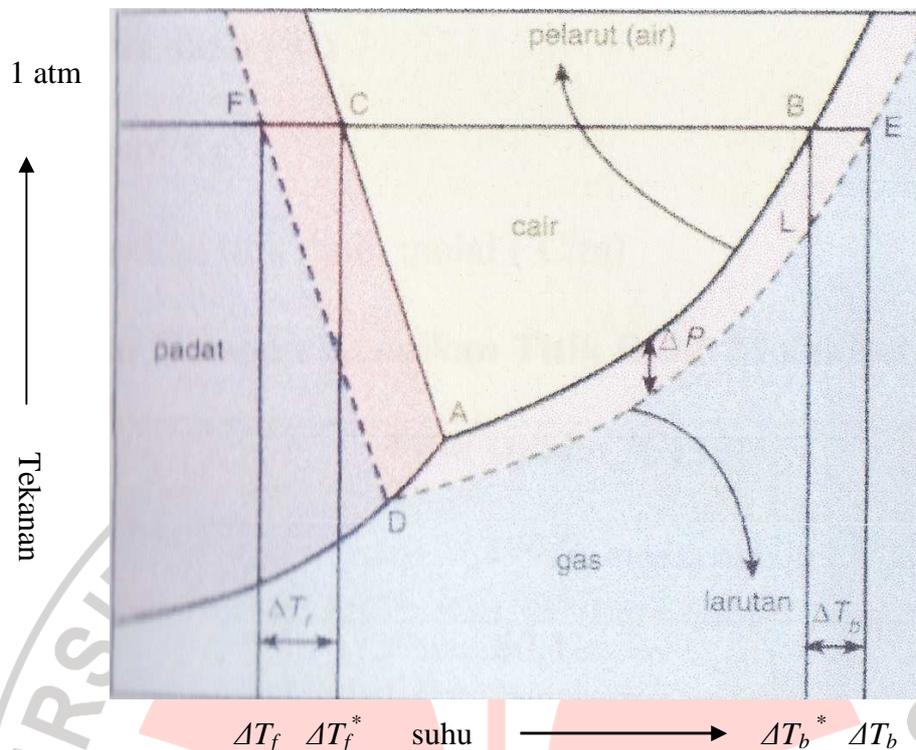


Larutan gula

Molekul-molekul gula

Gambar 2.6. Model Mikroskopik Titik Didih Larutan Gula

Pada Gambar 2.5 di atas, ditunjukkan model keadaan mikroskopik titik didih air murni pada wadah tertutup, sedangkan pada Gambar 2.6 ditunjukkan model keadaan mikroskopik titik didih larutan gula. Dari kedua gambar tersebut diperlihatkan bahwa partikel-partikel uap pelarut yang dihasilkan pada larutan gula lebih sedikit dibandingkan pada pelarut murni, sehingga terjadi penurunan tekanan larutan. Untuk mencapai titik didih larutan memerlukan tambahan suhu, sehingga terjadi kenaikan titik didih larutan.



Gambar 2.7. Diagram P-T Air dan Larutan (Sillberberg, 2006)

Pada gambar di atas, diperlihatkan kurva tekanan uap air dan tekanan uap larutan yang mengandung zat terlarut sukar menguap. Pada suhu tertentu, tekanan uap larutan akan lebih rendah daripada pelarut murninya yaitu air, sehingga tekanan uap larutan akan mencapai 1 atm pada temperatur yang lebih tinggi daripada tekanan uap pelarut murni. Dengan kata lain, titik didih larutan akan lebih tinggi daripada pelarut murninya. Jumlah kenaikan titik didih pada diagram dinyatakan dengan tanda ΔT_b dan penambahan ini disebut kenaikan titik didih, yang disimbolkan sebagai berikut.

$$\Delta T_b = T_b - T_b^* \quad (2.3)$$

keterangan: ΔT_b = kenaikan titik didih larutan

T_b = titik didih larutan

T_b^* = titik didih pelarut murni

Besarnya kenaikan titik didih, ΔT_b (relatif terhadap titik didih pelarut murni) larutan berbanding lurus dengan molalitas larutan. Maka kenaikan titik didih (ΔT_b) dapat dirumuskan sesuai dengan persamaan (2.4).

$$\Delta T_b = m K_b \quad (2.4)$$

dengan
$$m = \frac{n_i}{w_A} \quad (2.5)$$

keterangan : m = molalitas larutan (mol/kg)

K_b = tetapan kenaikan titik didih molal (K kg mol⁻¹)

n_i = jumlah mol i zat terlarut (mol)

w_A = massa pelarut (kg)

Di bawah ini, terdapat beberapa data tetapan kenaikan titik didih molal pelarut murni (K_f).

Tabel 2.2 Daftar Tetapan Kenaikan Titik Didih Molal Beberapa Pelarut*

Pelarut	Titik didih (°C)	Kb
Air	100,0	0,52
Benzen	80,1	2,53
Karbon tetraklorida	76,8	5,02
Etanol	78,4	1,22

(Sunarya, 2003)

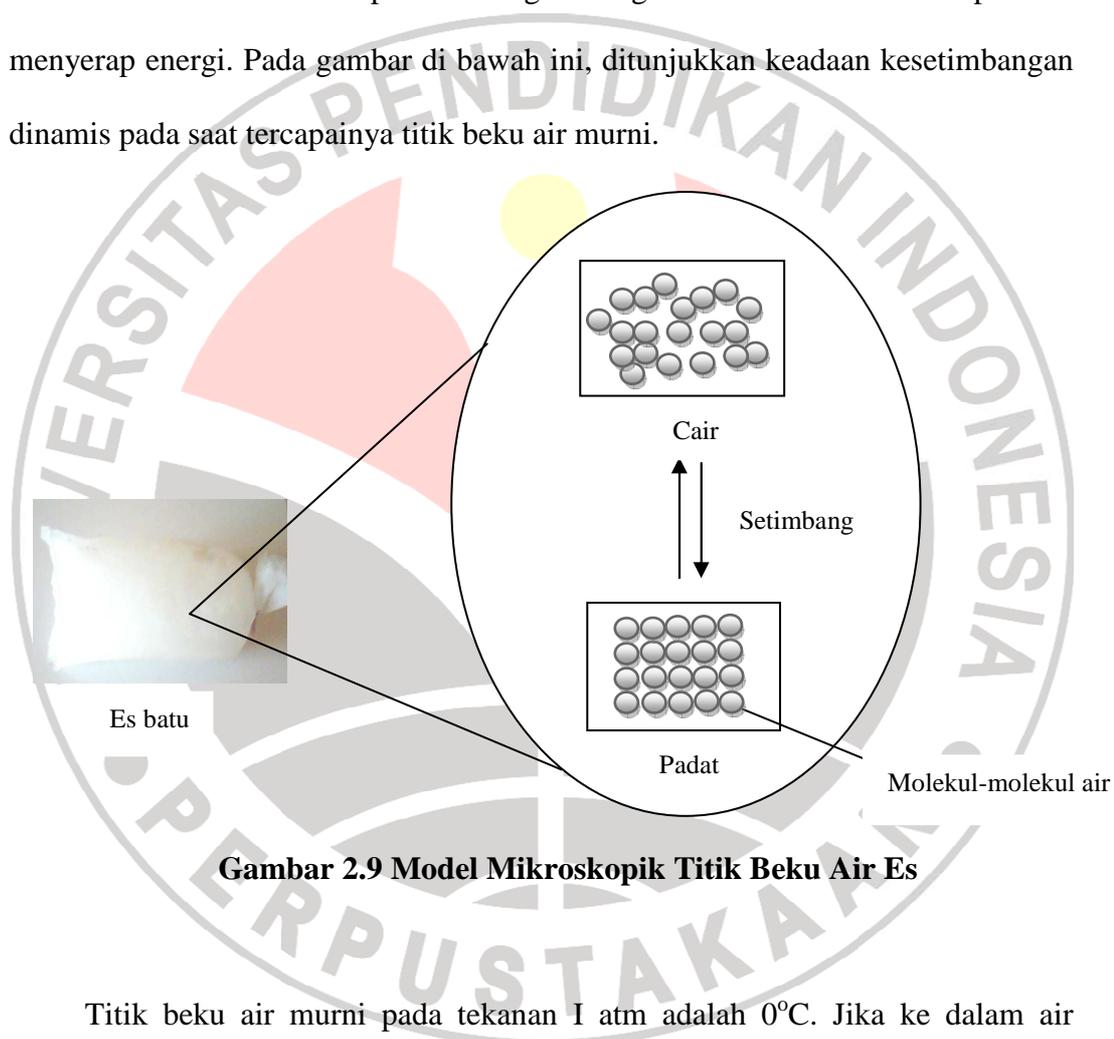
Contoh larutan 1 molal digambarkan pada Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2.8 Larutan Urea 1 Molal

2.6.1.3 Penurunan Titik beku

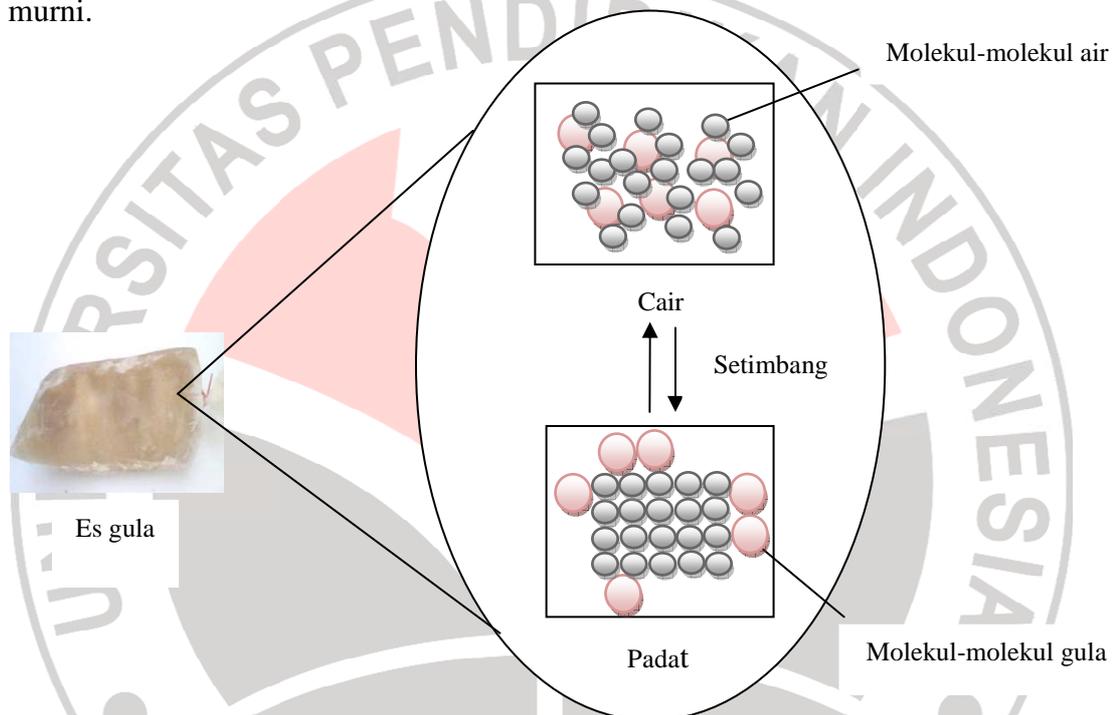
Perubahan dari cair menjadi padat disebut pembekuan. Titik beku suatu cairan adalah suhu pada saat jumlah partikel-partikel pelarut yang membentuk fasa cair dan membentuk fasa padat berada dalam kesetimbangan. Untuk membeku suatu cairan melepaskan energi sedangkan untuk mencair suatu padatan menyerap energi. Pada gambar di bawah ini, ditunjukkan keadaan kesetimbangan dinamis pada saat tercapainya titik beku air murni.



Gambar 2.9 Model Mikroskopik Titik Beku Air Es

Titik beku air murni pada tekanan 1 atm adalah 0°C . Jika ke dalam air tersebut dimasukkan suatu zat terlarut sehingga membentuk larutan, kemudian didinginkan ternyata pada suhu 0°C larutan tersebut belum membeku. Hal ini disebabkan karena partikel zat terlarut merupakan gangguan bagi partikel pelarut untuk saling berdekatan dan menyusun fasa padat yang teratur, supaya jarak

partikel semakin dekat dan bisa menyusun fasa padat yang teratur, diperlukan penurunan suhu, ketika suhu diturunkan maka akan terjadi keseimbangan kembali antara jumlah partikel-partikel pelarut yang membentuk fasa padat dan partikel-partikel pelarut yang membentuk fasa cair. Dalam fasa padat, partikel zat terlarut tidak ikut terlarut dalam padatan pelarut murni atau berada di luar padatan pelarut murni.



Gambar 2.10 Model Mikroskopik Titik Beku Larutan Gula

Pada Gambar 2.10 di atas, ditunjukkan model keadaan mikroskopik terjadinya kesetimbangan dinamis titik beku larutan gula, sehingga terjadi penurunan titik beku larutan.

Di negara yang memiliki musim dingin, suhu udara dapat mencapai di bawah titik beku normal air, sehingga diperlukan zat yang dapat menurunkan titik beku air dalam radiator mobil yang disebut “zat anti beku”.

Untuk penurunan titik beku dinyatakan sebagai berikut:

$$T_f = T_f^o - \Delta T_f \quad (2.6)$$

keterangan : T_f = Titik beku larutan

T_f^* = Titik beku pelarut

ΔT_f = Penurunan titik beku

dimana
$$\Delta T_f = m K_f \quad (2.7)$$

keterangan:

ΔT_f = penurunan titik beku

m = molalitas larutan (mol/kg)

K_f = tetapan penurunan titik beku molal (K kg mol⁻¹)

Di bawah ini, terdapat beberapa data tetapan penurunan titik beku molal pelarut murni (K_f).

Tabel 2.3 Data Tetapan Penurunan Titik Beku Molal*

Pelarut	Titik beku/°C	Kf (°C/m)
Air, (H ₂ O)	0,00	1,86
Benzen, (C ₆ H ₆)	5,50	5,12
Etanol, (C ₂ H ₆ O)	-144,60	1,99
Kloroform, (CHCl ₃)	-63,50	4,68

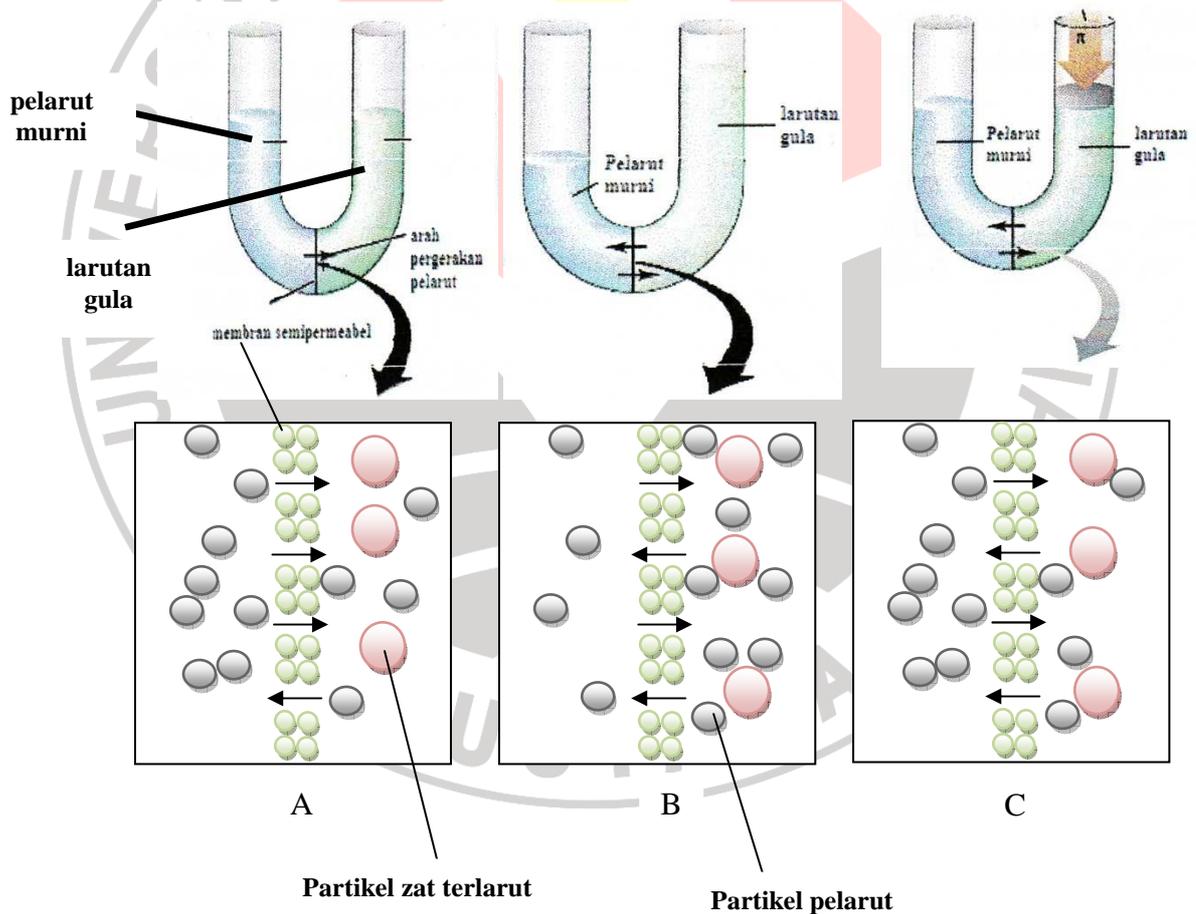
(Sunarya, 2003)

2.6.1.4 Tekanan Osmotik Larutan

Peristiwa osmosis adalah perpindahan partikel-partikel pelarut melalui membran semipermeabel secara netto dari pelarut ke larutan atau dari larutan konsentrasi rendah (encer) menuju larutan konsentrasi tinggi (pekat). Membran semipermeabel adalah selaput yang dapat dilalui partikel-partikel pelarut tetapi tidak dapat dilalui oleh zat terlarut (menahan zat terlarut).

Beberapa contoh osmosis yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari misalnya: mentimun yang ditempatkan dalam cairan garam akan kehilangan airnya akibat osmosis sehingga terjadi pengerutan; wortel menjadi lunak karena kehilangan air akibat menguap, ini dapat dikembalikan dengan merendam wortel tersebut dalam air.

Berikut ini terdapat gambaran sebelum terjadi peristiwa osmosis (A), ketika berlangsung peristiwa osmosis (B) dan setelah terjadi tekanan osmotik (C) beserta model mikroskopik yang terjadi di dalamnya.



Gambar 2.11. Model Mikroskopik Proses Tekanan Osmotik

Pada suatu percobaan, digunakan sebuah tabung U (gambar tersebut di atas) dengan diberikan membran semipermeabel untuk memisahkan larutan gula dengan air. Membran semipermeabel hanya dapat dilalui oleh molekul air dari kedua arah. Namun jumlah molekul-molekul air dari larutan gula yang melewati membran semipermeabel lebih kecil dibandingkan jumlah molekul-molekul air dari pelarut murni (gambar A). Oleh karena itu, volume larutan menjadi lebih besar dan konsentrasinya menjadi lebih kecil.

Akibat adanya kenaikan volume larutan, maka ada tekanan yang akan menekan keluar molekul air dari larutan melalui membran. Tekanan pada larutan di titik ini, akan berbanding lurus dengan tinggi cairan, h . Pada saat kesetimbangan dinamis, jumlah molekul air dari pelarut yang melewati membran semipermeabel sama dengan jumlah molekul air dari larutan (gambar B). Tekanan pada saat kesetimbangan ini dinamakan tekanan osmotik (π), yang diartikan sebagai tekanan eksternal yang diperlukan untuk melawan peristiwa osmosis yang terjadi dari pelarut murni ke larutan (gambar C).

Harga tekanan osmotik berbeda untuk setiap konsentrasi. Hal ini terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.4. Data Percobaan Tekanan Osmotik Larutan Gula pada Berbagai Konsentrasi*

Volume (mL) Larutan mengandung 1 gram sukrosa	Tekanan osmotik (atm)
100	0,70
50	1,34
36,5	2,0
25	2,74
16,7	4,04

(Purba, 2000)

Pada tahun 1887, J.H. Van't Hoff menemukan hubungan tekanan osmotik larutan encer sesuai dengan persamaan ideal.

$$\pi = MRT \quad (2.8)$$

keterangan: π = tekanan osmotik (atm)

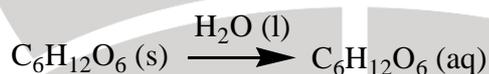
M = molaritas (mol/L)

R = tetapan gas (0,082 L.atm/mol.L)

T = suhu mutlak (K)

2.6.2 Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

Berdasarkan hasil pengamatan, sifat koligatif larutan nonelektrolit dengan elektrolit diperoleh hasil yang berbeda. Apabila glukosa (nonelektrolit) dilarutkan ke dalam air, maka glukosa akan terurai membentuk molekul-molekul glukosa. Dengan kata lain, bila satu mol glukosa dilarutkan ke dalam air akan terdapat satu molekul glukosa dalam larutan tersebut.

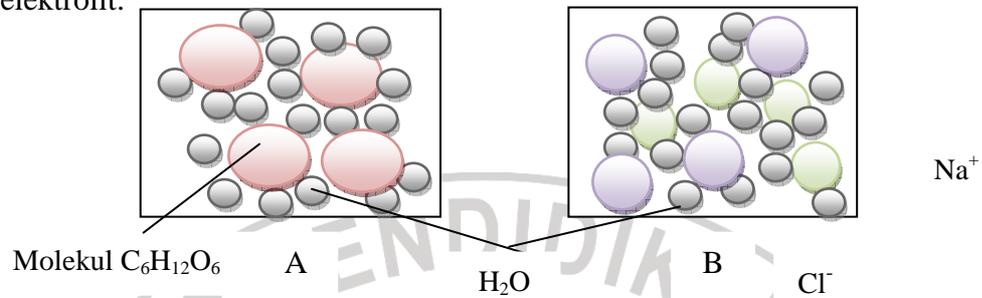


Berbeda halnya bila satu mol garam dapur (elektrolit) dilarutkan ke dalam air. Garam tersebut akan terurai menjadi ion Na^+ dan ion Cl^- .



Jika satu mol garam dapur dilarutkan ke dalam air akan terdapat satu mol ion Na^+ dan satu mol ion Cl^- atau terbentuk dua mol ion garam dalam larutan tersebut. Sehingga untuk larutan elektrolit sifat koligatifnya tergantung dari jumlah partikel yang terbentuk. Zat elektrolit dapat terionisasi dalam larutan

sehingga menghasilkan jumlah partikel lebih banyak daripada zat nonelektrolit. Dengan demikian, sifat koligatif elektrolit lebih besar bila dibandingkan nonelektrolit.



Gambar 2.12. Model Mikroskopik Larutan Nonelektrolit (A) dan Larutan Elektrolit (B)

Hubungan antara jumlah mol zat yang terlarut dan jumlah mol ionik yang terdapat dalam larutan telah dipelajari oleh van't Hoff, hasilnya dinyatakan dengan faktor van't Hoff yang dilambangkan dengan (i). Hubungan harga i dengan persen ionisasi adalah sebagai berikut:

$$i = \alpha \{1 + \alpha (n-1)\} \quad (2.9)$$

keterangan : i = faktor van't hoff

α = derajat ionisasi elektrolit

n = jumlah ion yang dihasilkan

Adanya faktor van't hoff ini, membedakan harga sifat koligatif antara larutan elektrolit dengan nonelektrolit. Perbedaan rumus perhitungan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan nonelektrolit dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.5. Rumus Sifat Koligatif Nonelektrolit dan Elektrolit

Sifat koligatif	Nonelektrolit	Elektrolit
Penurunan tekanan uap (ΔP)	$\Delta P = P^o \times X_t$	$\Delta P = P^o \times X_t \times i$
Kenaikan titik didih (ΔT_b)	$\Delta T_b = m \times K_b$	$\Delta T_b = m \times K_b \times i$
Penurunan titik beku (ΔT_f)	$\Delta T_f = m \times K_f$	$\Delta T_f = m \times K_f \times i$
Tekanan osmotik (π)	$\pi = MRT$	$\pi = MRT \times i$

